

Process for manufacturing metallic strip having differing material properties through their section

Patent Number: EP1238727

Publication date: 2002-09-11

Inventor(s): FLEHMIG THOMAS DR-ING (DE); HAGEMANN FRANK DIPL-ING (DE); SCHMITZ JOHANN WILHELM DR (DE); BLUEMEL KLAUS DIPL-ING (DE)

Applicant(s): THYSSEN KRUPP AG (DE)

Requested

Patent: ☐ EP1238727, A3, B1

Application

Number: EP20020002748 20020207

Priority Number

(s): DE20011007027 20010215

IPC

Classification: B22D11/06; B22D11/00; B22D11/124

EC

Classification: B22D11/00, B22D11/06E, B22D11/124

Equivalents:

☐ DE10107027

Cited

Documents: EP0650790; DE19840898; EP0594865; EP0903192

Abstract

Production of metallic strips (B) having sections of different material properties comprises: (i) melting a low alloyed or micro-alloyed steel; (ii) casting the steel in the casting gap (2) formed between walls of a casting machine (1); and (iii) cooling the cast strip. The force (G1, G2) exerted on the strip in the casting gap and measured over the width of the strip is more than 100 kN/m. Preferred Features: The steel contains (in wt.%) 0.01-0.80 C, 0.30-5.00 Mn, ≤ 0.50 Cr, ≤ 0.10 Al, ≤ 0.80 Si, ≤ 0.05 Ti, ≤ 0.05 Nb, ≤ 0.05 Nb, ≤ 0.01 N, ≤ 0.02 S, ≤ 0.02 P, ≤ 0.2 Ni, ≤ 0.1 Mo, ≤ 0.1 W and a balance iron and unavoidable impurities. The casting machine is a two roller casting machine. The force exerted on the strip in the casting gap and measured over the width of the strip is at least 200 kN/m.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 238 727 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(51) Int Cl.7: B22D 11/06, B22D 11/00,
B22D 11/124

(21) Anmeldenummer: 02002748.8

(22) Anmeldetag: 07.02.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- Blümel, Klaus, Dipl.-Ing.
46537 Dinslaken (DE)
- Schmitz, Johann Wilhelm, Dr.
52499 Baesweiler (DE)
- Hagemann, Frank, Dipl.-Ing.
52070 Aachen (DE)

(30) Priorität: 15.02.2001 DE 10107027

(71) Anmelder: Thyssen Krupp AG
40211 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: Cohausz & Florack
Patentanwälte
Kanzlerstrasse 8a
40472 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• Flehmig, Thomas, Dr.-Ing.
40885 Ratingen (DE)

(54) Verfahren zum Herstellen von metallischen Bändern mit Abschnitten unterschiedlicher Materialeigenschaften

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Bändern (B) mit Abschnitten (S1 - S5) unterschiedlicher Materialeigenschaften umfassend folgende Schritte: Erschmelzen eines niedriglegierten oder mikrolegierten Stahls, Vergießen des Stahls im zwischen bewegten Wänden einer Gießmaschine (1) ausgebildeten Gießspalt (2) zu einem gegossenen Band (B), wobei die im Gießspalt (2) auf das Band (B) ausgeübte, über die Breite des Bandes (B) gemessene Kraft (G1, G2) mehr als 100 kN/m beträgt, und Abkühlen des gegossenen Bandes (B). Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, eine kostengünstige Herstellung von Metallband zu schaffen, das eine hinsichtlich seiner späteren Verwendung optimierte Verteilung seiner Materialeigenschaften aufweist.

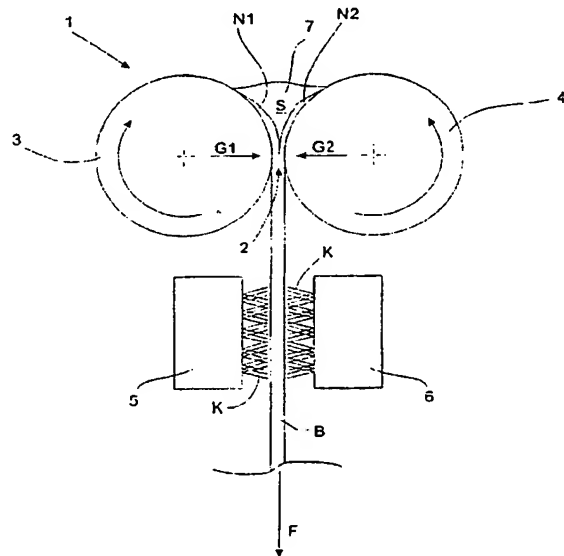


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Zur Herstellung von gegossenen Bändern und daraus gewonnenen Platinen werden üblicherweise Zweirollen-Gießmaschinen, sogenannte "Double-Roller"-Gießmaschinen, eingesetzt. Diese Gießmaschinen sind mit zwei parallel zueinander angeordneten Gießrollen ausgestattet, zwischen denen ein Gießspalt ausgebildet ist. Beim Gießen des Bandes wird bei rotierenden Rollen Stahlschmelze von oben in diesen Spalt gegeben. Die Schmelze erstarrt auf den Oberflächen der Rollen zu zwei Schalen, die im Gießspalt zu dem Band zusammengepreßt werden. Da die Dicke des Bandes festgelegt ist, ist die im Gießspalt wirksame Kraft dabei abhängig von der Dicke der zu dem Band verpressten, auf den Rollen erstarrten Schalen.

[0002] Neben "Double-Roller"-Gießmaschinen sind andere Gießmaschinen in der Erprobung oder in der Entwicklung. Gemeinsam ist diesen Maschinen, daß jeweils mindestens eine Wand des Gießspalts während des Gießens bewegt wird und das Band durch kontinuierliches Verpressen von Schalen erstarrter Metallschmelze erzeugt wird.

[0003] Ein wesentliches Ziel bei der Herstellung von gegossenem Band besteht in der Praxis darin, ein hochwertiges Bandmaterial zu erzeugen, dessen Materialeigenschaften homogen über seine Länge und seinen Querschnitt sind. Ein solches eine gleichmäßige Verteilung seiner Eigenschaften aufweisendes Band läßt sich sowohl während der auf das Gießen folgenden Walzschriffe als auch bei der Umformung in die ihm zugeordnete Bauteilform gut und mit wiederholbarem Erfolg verarbeiten.

[0004] Aus Ulrich Rudolphi "Beitrag zur Beurteilung der Qualität von direkt gegossenen Stahlbändern, hergestellt nach dem Zweirollen-Bandgießverfahren", Shaker Verlag, Aachen 1998, ist es bekannt, daß zur Herstellung eines gegossenen Bandes mit einer homogenen Eigenschaftsverteilung einerseits die im Gießspalt auf das Band ausgeübten Kräfte und andererseits die Temperaturen, mit der das Band den Gießspalt verläßt, unmittelbaren Einfluß auf seine Werkstoffeigenschaften haben. Zur Einstellung eines ein gleichmäßiges Gefüge aufweisenden, gut weiterverarbeitbaren gegossenen Bandes ist es demnach erforderlich, auf eine hohe Temperatur des Bandes beim Austritt aus dem Gießspalt zu achten und zur Reduzierung der Entstehung von Seigerungen und zur Vermeidung einer ungleichförmigen Temperaturverteilung an der Bandoberfläche zu hohe Kräfte im Gießspalt zu vermeiden. Gegebenenfalls ist darüber hinaus eine aktive Nachkühlung des gegossenen Bandes durchzuführen.

[0005] Insbesondere aus dem Bereich des Automobil-Karosseriebaus ist die Forderung erhoben worden, Werkstoffe zur Verfügung zu haben, die bei reduziertem Gewicht den bei der Herstellung und im praktischen Einsatz von Kraftfahrzeugen sich stellenden Anforderungen gewachsen sind. Diese Anforderung ist durch so-

genannte "Tailored-Blanks" erfüllt worden. Bei solchen Blechen handelt es sich um Platinen, die durch die Kombination von unterschiedliche Eigenschaften aufweisenden Blechzuschnitten hergestellt sind. Auf diese Weise können Tailored-Blanks beispielsweise jeweils in den Bereichen besonders belastbar ausgebildet werden, in denen sie als Karosseriebauteile während des praktischen Einsatzes oder bei der Herstellung besonderen Anforderungen unterliegen, während sie in allen anderen, weniger belasteten Bereichen eine hinsichtlich ihres Gewichts optimal reduzierte Dicke besitzen.

[0006] Die Herstellung von Tailored-Blanks ist technisch aufwendig. Derartige Platinen werden daher derzeit in der Regel nur zur Herstellung von Produkten verwendet, die eine hohe Wertschöpfung besitzen.

[0007] Die Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, welches die kostengünstige Herstellung von Metallband, insbesondere Stahlband, ermöglicht, das eine hinsichtlich seiner späteren Verwendung optimierte Verteilung seiner Materialeigenschaften aufweist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Bändern mit Abschnitten unterschiedlicher Materialeigenschaften gelöst, welches folgende Schritte umfaßt:

- Erschmelzen eines niedriglegierten oder mikrolegierten Stahls,
- Vergießen des Stahls im zwischen bewegten Wänden einer Gießmaschine ausgebildeten Gießspalt zu einem gegossenen Band, wobei die im Gießspalt auf das Band ausgeübte, über die Breite des Bandes gemessene Kraft mehr als 100 kN/m beträgt,
- Abkühlen des gegossenen Bandes.

[0009] Erfindungsgemäß erzeugte Bänder und daraus gegebenenfalls gewonnene Platinen weisen schon beim Austritt aus dem Gießspalt eine Verteilung ihrer Zusammensetzung auf, die an ihren jeweiligen Verwendungszweck angepaßt ist. Dies wird einerseits durch eine geeignete Bemessung der im Gießspalt wirksamen Kräfte und andererseits durch eine gezielte Abkühlung des Bandes erreicht. Die Erfindung macht sich so die Erkenntnis zu nutze, daß durch eine Steuerung der im Gießspalt wirkenden Kräfte ein unmittelbarer Einfluß auf die Ausprägung des Gefüges genommen werden kann, welches das gegossene Band über seinen Querschnitt aufweist. Auf diese Weise kann das gegossene Band schon während des Gießens so beeinflußt werden, daß es seine für Konstruktionswerkstoffe bedeutungsvollen Eigenschaften wie Festigkeit, Dehnung, Abriebfestigkeit und ähnliches schon im Gußzustand besitzt.

[0010] Aufgrund der insbesondere bei einer Zwangskühlung hohen Erstarrungsgeschwindigkeit, welche beim Dünnbandgießen verfahrenstypisch ist, wird während der Erstarrung der Diffusionsausgleich der Stahl-

begleitelemente weitgehend unterdrückt. Dies gilt auch für interstitiell gelöste Atome mit hohen Diffusionsgeschwindigkeiten. Bei den erfindungsgemäß vorgesehenen hohen Bandformungskräften tritt eine Verarmung an Stahlbegleitelementen im Bandkern auf. Diese "Entmischung" oder "Abreicherung" ist um so größer, je stärker das jeweilige Element zur Seigerung neigt. Um diesen Effekt zu erzielen, sind spezifische Bandformkräfte von über 100 kN pro Meter Bandbreite erforderlich, wobei vorzugsweise 200 kN/m und mehr vorgesehen werden, um das gewünschte Ergebnis sicher zu erreichen.

[0011] Im Gießspalt werden die auf den den Gießspalt begrenzenden Wänden erstarrenden Bandschalen zusammengepreßt. Dabei entsteht eine Umformzone, aus der die zwischen den erstarrten dendritischen Anteilen der Schalen vorhandene, noch nicht erstarrte interdendritische Schmelze aufgrund der über die Breite des Bandes wirkenden hohen Kräfte zurück in den noch flüssigen Teil des über dem Gießspalt stehenden Schmelzenpools gequetscht wird. Die verbleibenden Dendriten sind eisenreicher und ärmer an Stahlbegleitelementen als die fließfähige Restschmelze zwischen den Dendriten.

[0012] Wegen des durch die hohen Gießkräfte bewirkten kontinuierlichen Zurückfließens der mit Stahlbegleitelementen angereicherten Schmelze entsteht in dem gegossenen Band eine Mittenzone aus Dendriten und Dendritenfragmenten. Auf diese Weise wird trotz einer homogen zusammengesetzten Schmelze ein Band mit über seinem Querschnitt inhomogener Zusammensetzung erzeugt, wobei der Bandkern weniger Legierungselemente enthält als der restliche Bandbereich. Nach der Ur- und Umformung des Bandes erfolgt aufgrund der geringen Dicke eine rasche Abkühlung aus der Gießhitze. Im Ergebnis hat damit der Bandkern andere Eigenschaften als die äußeren Bereiche eines erfindungsgemäß gegossenen Bandes. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise kostengünstig allein durch eine gezielte Einstellung der auf das Band im Gießspalt wirkenden Kräfte ein gegossenes Band herstellen, bei dem die erforderliche Festigkeit durch seine innere Kernzone gewährleistet ist, während seine äußeren Schalen eine geringe Verschleißfestigkeit bei besserer Umformbarkeit besitzen. Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich niedrig legierte oder mikrolegierte Stahllegierungen verwenden, welche typischerweise 0,01 - 0,80 Gew.-% C, 0,30 - 5,00 Gew.-% Mn, $\leq 0,50$ Gew.-% Cr, $\leq 0,10$ Gew.-% Al, $\leq 0,80$ Gew.-% Si und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthalten. Wird in diesem Rahmen ein Stahl mit 0,01 - 0,20 Gew.-% C und 0,30 - 1,00 Gew.-% Mn eingesetzt, so läßt sich ein Band erzeugen, das im Kernbereich eine höhere Dehnbarkeit und in seinen außenliegenden Bereichen eine hohe Festigkeit besitzt. Soll dagegen ein Band erzeugt werden, welches in seinem inneren Kernbereich eine höhere Festigkeit und außen eine höhere Dehnbarkeit aufweist, so läßt sich dies durch den Einsatz einer Stahllegierung erreichen, die

0,10 - 0,8 Gew.-% C und 1,00 - 5,00 Gew.-% Mn enthält, wobei dieser Legierung vorzugsweise neben Eisen und Verunreinigungen außer Chrom in Konzentrationen von bis zu 0,5 Gew.-% vorzugsweise keine weiteren Legierungselemente zugesetzt sind. Zusätzlich kann der erfindungsgemäße Stahl bis zu 0,05 Gew.-% Ti, bis zu 0,05 % Nb, bis zu 0,01 % N, bis zu 0,02 Gew.-% S, bis zu 0,02 Gew.-% P, bis zu 0,2 Gew.-% Ni, bis zu 0,1 Gew.-% Mo, bis zu 0,1 Gew.-% W aufweisen. Die Entstehung der jeweiligen Bereiche des gegossenen Bandes kann durch die gezielte Abkühlung des gegossenen Bandes nach seinem Austritt aus dem Gießspalt unterstützt werden.

[0013] Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat sich eine Zweirollen-Gießmaschine bewährt. Eine solche Gießmaschine ermöglicht es auf einfache Weise, die auf das Band im Gießspalt ausgeübte Kraft dadurch zu variieren, daß die Geschwindigkeit variiert wird, mit der sich die den Gießspalt begrenzenden Wände bewegen, welche im Fall der Zweirollen-Gießmaschine durch die Umfangsflächen der den Gießspalt begrenzenden Rollen gebildet werden. Der Durchmesser der Rollen beträgt dabei vorzugsweise 200 mm bis 2000 mm.

[0014] Durch eine Veränderung der Geschwindigkeit, mit der sich die den Gießspalt begrenzenden Wände bewegen, wird der auf ihnen erstarrenden Schmelze mehr oder weniger Zeit für den Aufbau einer mehr oder weniger dicken Schale gegeben. So führt bei einer Zweirollen-Gießmaschine eine Verringerung der Drehzahl der Rollen zu einer Vergrößerung der Dicke der Schalen. Da gleichzeitig die Dicke des zu erzeugenden Bandes und damit das Maß der engsten Stelle des Gießspaltes festgelegt ist, steigen die im Gießspalt wirkenden Kräfte an. Der gegenteilige Effekt wird durch eine Erhöhung der Drehzahl der Gießrollen bewirkt.

[0015] Alternativ oder ergänzend zu einer Variation der Geschwindigkeit der den Gießspalt begrenzenden Wände können die im Gießspalt wirksamen Kräfte auch durch eine Veränderung der über die betreffenden Wände erfolgenden Kühlung der auf ihnen erstarrenden Schmelze beeinflusst werden. So bewirkt eine größere Kühlung ein stärkeres Anwachsen der Dicke der erstarrten Schalen und damit höhere Kräfte im Gießspalt, während durch eine geringe Kühlung an den Wänden des Gießspaltes die Dicke der erstarrten Schalen und infolgedessen die Gießkräfte vermindert werden.

[0016] Besondere Bedeutung hat bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch die im Anschluß an den Austritt aus dem Gießspalt erfolgende Abkühlung des gegossenen Bandes. Die dabei erreichten Abkühlgeschwindigkeiten sollten mindestens bis zum Erreichen bestimmter Grenztemperaturen mindestens 30 K/s betragen. Dabei kann die Abkühlung des gegossenen Bandes in mindestens zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Stufen mit unterschiedlichen Abkühlgeschwindigkeiten erfolgen, wobei die Abkühlgeschwindigkeit im von der Gießhitze ausgehenden und bis 800

°C reichenden Temperaturbereich mindestens 30 K/s betragen sollte, während sie im von 800 °C bis 300 °C reichenden Temperaturbereich vorzugsweise mindestens 10 K/s jedoch höchstens 500 K/s beträgt. Die Abkühlung kann sowohl mit Spritzwasser als auch mit Gasen erfolgen. Bei der Abkühlung erfolgt aufgrund der durch das Bandgießen ermöglichten geringen Banddicken von 0,5 mm bis 4 mm im Gegensatz zum Strangguß die Abkühlung nicht nur oberflächennah, sondern nahezu zeitgleich über den gesamten Querschnitt des Bandes. Der im Gießspalt durch die Wirkung der Bandformungskräfte erzeugte ungleichförmige Gefügezustand wird auf diese Weise geradezu eingefroren, so daß ein Angleichen der Eigenschaften der einzelnen Bereiche unterschiedlicher Zusammensetzungen infolge eines andernfalls eintretenden Temperatursausgleichs verhindert wird.

[0017] Eine im Hinblick auf die Vielfältigkeit der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugbaren Produkte besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Abschnitte des gegossenen Bandes mit unterschiedlichen Abkühlgeschwindigkeiten abgekühlt werden. Die unterschiedliche Abkühlung in den verschiedenen Bereichen des gegossenen Bandes führt im Zusammenwirken mit der inhomogenen Verteilung der Legierungselemente dazu, daß eine in den Bereichen unterschiedliche Umwandlung erreicht wird. Auf diese Weise lassen sich gegossene Bänder erzeugen, bei denen nicht nur der Kernbereich und die daran angrenzenden Außenbereiche eine unterschiedliche Beschaffenheit aufweisen, sondern es lassen sich auch in den außen liegenden Bereichen Zonen schaffen, deren Eigenschaften beispielsweise infolge einer gezielt reduzierten Abkühlung den Eigenschaften des Kernbereichs angepaßt oder infolge einer besonders starken Abkühlung deutlich verschieden sind von den Eigenschaften des jeweils angrenzenden Bereichs.

[0018] Dabei können die unterschiedlich abgekühlten Abschnitte sich in Längs- oder Querrichtung des gegossenen Bandes erstrecken. Ebenso ist es denkbar, jeweils nur bestimmte, eng umgrenzte Abschnitte des gegossenen Bandes intensiv zu kühlen, so daß die dort gewünschten Eigenschaften örtlich eng umgrenzt ausgebildet werden, während das übrige Band weniger gekühlt wird, so daß sich in diesen weniger gekühlten Bereichen andere Eigenschaften ausprägen.

[0019] Bei Anwendung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise werden gegossene Bänder und daraus erzeugte Platten erhalten, die, vergleichbar mit "Tailored blanks", örtlich eindeutig vorgegebene bestimmte Eigenschaften aufweisen. Dies läßt sich insbesondere dann zielgerichtet erreichen, wenn eine unterschiedliche Abkühlung verschiedener benachbarter Bereiche des gegossenen Bandes durchgeführt wird. Bleche mit einer derartigen Verteilung und Einstellung der Eigenschaften sind besonders geeignet zur Herstellung von Automobil-Karosserie-Bauelementen, bei denen be-

stimmte Zonen im praktischen Einsatz besonderen Belastungen ausgesetzt sind, während an andere Zonen besondere Anforderungen bezüglich ihrer Verformbarkeit gestellt werden. Ebenso sind erfindungsgemäß erzeugte Bänder für die Herstellung von für den Gerüstbau bestimmten Bauelementen, wie Rohren, Schellen und ähnliche Verbindungselemente bestimmt, bei denen in eine bestimmte Richtung eine besondere Festigkeit, Formstabilität oder Vergleichbares erforderlich ist. Ebenso läßt sich die Verteilung der Eigenschaften erfindungsgemäß erzeugter Bänder so einstellen, daß sie sich zur Herstellung von verschleißbelasteten Bauelementen, wie Rinnen für Schüttgüter, einsetzen lassen, bei denen die Bänder eine verschleißfeste, harte Oberfläche bei einem gleichzeitig ausreichend dehnbaren Kernbereich besitzen sollten.

[0020] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden im Zusammenhang mit dem nachfolgend anhand einer Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Zweirollen-Gießmaschine in einem Ausschnitt in seitlicher Ansicht;

Fig. 2 einen Ausschnitt eines in der Zweirollen-Gießmaschine gegossenen Bandes in Aufsicht;

Fig. 3 das gegossene Band gemäß Fig. 2 in einem Querschnitt entlang der in Fig. 2 eingezeichneten Linie X-X;

Fig. 4-6 verschiedene Bauelemente im Querschnitt.

[0021] Die Zweirollen-Gießmaschine 1 weist zwei achsparallel zueinander angeordnete, einen Gießspalt 2 entlang seiner Längsseiten begrenzende Gießrollen 3,4 auf, die über eine nicht dargestellte, regelbare Kühleinrichtung von innen mit Kühlwasser gekühlt werden. Die Rollen 3,4 bestehen bevorzugt aus einer Kupferlegierung und können mit einer Nickelbeschichtung versehen sein.

[0022] Der Achsabstand der Gießrollen 3,4 ist fest so eingestellt, daß die Tiefe des Gießspalts 2 der vorgegebenen Dicke D des zu erzeugenden gegossenen Bandes B entspricht. Über eine nicht dargestellte Steuerung sind die Drehzahlen der gegenläufig in Förderrichtung F des Bandes B in den Gießspalt 2 hineinfördernden Gießrollen 3,4 verstellbar.

[0023] Das gegossene Band B wird in vertikaler Förderrichtung F nach unten aus dem Gießspalt 2 gefördert. In Förderrichtung F hinter dem Gießspalt 2 erstreckt sich unterhalb der Gießrollen 3,4 über die Breite des Bandes B eine Kühleinrichtung 5,6. Jede einzelne der Düsen der Kühleinrichtungen 5,6 ist ebenfalls über eine nicht dargestellte Steuereinrichtung steuerbar, so daß in bestimmten Zeilen oder Spalten angeordnete

Düsen jeweils als Gruppe gemeinsam Kühlfluid K, wie Wasser, ausbringen, während aus den jeweils anderen in dieser Zeit kein Kühlfluid K austritt.

[0024] Zum Gießen eines Bandes B wird Schmelze S in den Gießspalt 2 gegossen, so daß sich oberhalb des Gießspalts 2 ein Schmelzenpool 7 bildet. Die Schmelze S erstarrt dabei auf den sich drehenden Gießrollen 3,4 zu Schalen N1,N2, die von den Gießrollen 3,4 in den Gießspalt 2 gefördert werden. Die Dicke der Schalen N1,N2 beim Eintritt in den Gießspalt 2 ist dabei abhängig von ihrer Verweilzeit auf den Gießrollen 3,4, also der Zeit, die vergeht, bis sie im Gießspalt 2 eintreffen.

[0025] Im Gießspalt 2 treffen die Schalen N1,N2 zusammen und werden zwischen den Gießrollen 3,4 zusammengequetscht. Die dabei aufgrund der festen Einstellung des Achsabstandes der Gießrollen 3,4 über die Breite des Bandes B wirkenden, im wesentlichen normal zur Bandoberfläche wirkenden Gießkräfte G1,G2 betragen mindestens 200 kN/m. Infolge dieser hohen Gießkräfte G1,G2 bildet sich im gegossenen Band B ein Kernbereich C, der andere Eigenschaften besitzt als die an ihn angrenzenden äußeren Bereiche A1,A2 des gegossenen Bandes B.

[0026] Anschließend durchläuft das gegossene Band B die Kühleinrichtungen 5,6. Beim hier erläuterten Beispiel werden darin zwei sich in Längsrichtung L des Bandes B erstreckende, über die Breite des Bandes B verteilte Streifenbereiche S2,S4 einer besonders intensiven, durch direktes Aufbringen von Kühlfluid K bewirkten Kühlung unterzogen, während in den jeweils seitlich der Streifenbereiche S2,S4 bzw. zwischen ihnen angeordneten Streifenbereiche S1,S3,S5 eine direkte Kühlung unterbleibt. Auf diese Weise werden in den äußeren Bereichen A1,A2 mit den Streifenbereichen S1 - S5 im wesentlichen übereinstimmende Zonen unterschiedlicher Materialeigenschaften ausgebildet.

[0027] Ein ausgehend von einer Stahlschmelze, welche 0,01 - 0,2 Gew.-% C, 0,3 - 1,0 Gew.-% Mn, bis zu 0,5 Gew.-% Cr, bis zu 0,1 Gew.-% Al und bis zu 0,8 Gew.-% Si enthält, erzeugtes gegossenes Band weist beim Verlassen des Gießspalts 2 im Bandkern 0,04 Gew.-% Kohlenstoff und an der Oberfläche der äußeren Bereiche A1,A2 0,08 Gew.-% Kohlenstoff auf. Durch eine weit oberhalb von 30 K/s liegende, starke Kühlung in den Kühleinrichtungen 5,6 wird der Austenit im Kernbereich C in Ferrit und Perlit umgewandelt. In den direkt und folglich besonders intensiv gekühlten Streifenbereichen S2,S4 der äußeren Bereiche A1,A2 entsteht demgegenüber Bainit, während es in den nicht direkt gekühlten Streifenbereichen S1,S3,S5 nicht zur Bildung von Bainit oder Martensit kommt. Trotz der Unterschiede in ihrer chemischen Zusammensetzung (u. a. höherer Kohlenstoffgehalt) entsprechen die Werkstoffeigenschaften dieser Streifenbereiche S1,S3,S5 daher im wesentlichen denen des Kernbereichs C. Nach Austritt aus den Kühleinrichtungen 5,6 weist das Band im Bereich des Bandkerns C und den nicht direkt gekühlten Streifenbereichen S1,S3,S5 weiche ferritische Phasen auf, wäh-

rend in den direkt gekühlten Streifenbereich S2,S4 in den äußeren Bereichen A1,A2 des Bandes B harte Phasen vorhanden sind.

[0028] Wird von einer Stahlschmelze ausgegangen, die 0,1 - 0,8 Gew.-% C, 1,0 - 5,0 Gew.-% Mn (im konkreten Beispiel 1,5 Gew.-% Mn) und bis zu 0,5 Gew.-% Cr aufweist, so bleibt infolge der hohen Abkühlgeschwindigkeit in den direkt gekühlten Streifenbereichen S2,S4 der oberflächennahen Bereiche A1,A2 ein überwiegend austenitisches Gefüge erhalten, welches eine hohe Dehnbarkeit aufweist. Hierbei wirkt Mangan als Austenitbildner, der Kohlenstoff bleibt dadurch im Austenit in Lösung. Demgegenüber entsteht im Kernbereich C und den nicht direkt gekühlten Streifenbereichen S1,S3,S5 eine perlitische oder martensitische Phase, die eine höhere Härte bei verringerter Zähigkeit besitzt.

[0029] Bei den in den Fig. 4 bis 6 gezeigten Beispielen weisen die Zonen Zh, in denen die betreffenden Bauteile 8,9,10 im praktischen Einsatz hohen Belastungen unterworfen sind, besonders hohe Festigkeiten auf, während die anderen Zonen Zg, in denen bei der Herstellung der Bauteile 8,9,10 eine besonders große Verformung stattfindet, weich und dehnfähig ausgebildet sind. Auf diese Weise können die Bauteile 8,9,10 auf einfache Weise materialsparend und kostengünstig hergestellt werden und sind dennoch als Träger für hohe Belastungen einsetzbar.

BEZUGSZEICHEN

[0030]

1	Zweirollen-Gießmaschine
2	Gießspalt
3,4	Gießrollen
5,6	Kühleinrichtung
7	Schmelzenpool
8-10	Bauteile
A1,A2	äußere Bereiche
B	gegossenes Band
C	Kernbereich
D	Dicke
F	Förderrichtung F
G1,G2	Gießkräfte
K	Kühlfluid K
L	Längsrichtung des Bandes B
N1,N2	aus erstarrter Schmelze S auf den Gießrollen 3,4 gebildete Schalen
S	Schmelze
S1-S5	Streifenbereiche
Zh	Zonen hoher Belastung
Zg	Zonen geringerer Belastung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von metallischen Bän-

dern (B) mit Abschnitten (S1 - S5) unterschiedlicher Materialeigenschaften umfassend folgende Schritte:

- Erschmelzen eines niedriglegierten oder mikrolegierten Stahls. 5
 - Vergießen des Stahls im zwischen bewegten Wänden einer Gießmaschine (1) ausgebildeten Gießspalt (2) zu einem gegossenen Band (B), wobei die im Gießspalt (2) auf das Band (B) ausgeübte, über die Breite des Bandes (B) gemessene Kraft (G1,G2) mehr als 100 kN/m beträgt. 10
 - Abkühlen des gegossenen Bandes (B). 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stahl (in Gew.-%) 20

C	0,01 - 0,80 %;
Mn	0,30 - 5,00 %;
Cr	≤ 0,50 %;
Al	≤ 0,10 %;
Si	≤ 0,80 %;
Ti	≤ 0,05 %;
Nb	≤ 0,05 %;
N	≤ 0,01 %;
S	≤ 0,02 %;
P	≤ 0,02 %;
Ni	< 0,2 %;
Mo	≤ 0,1 %;
W	≤ 0,1 %;

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält.

- 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stahl 0,01 - 0,20 Gew.-% Kohlenstoff und 0,30 - 1,00 Gew.-% Mangan enthält. 40
- 4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stahl 0,10 - 0,8 Gew.-% Kohlenstoff und 1,00 - 5,00 Gew.-% Mangan enthält. 45
- 5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießmaschine (1) eine Zweirollen-Gießmaschine ist. 50
- 6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** die im Gießspalt (2) auf das Band (B) ausgeübte Kraft (G1,G2) mindestens 200 kN/m beträgt. 55
- 7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Einstel-

len der auf das Band (B) im Gießspalt (2) ausgeübten Kraft (G1,G2) die Geschwindigkeit variiert wird, mit der sich die den Gießspalt (2) begrenzenden Wände bewegen.

- 8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** benachbarte Abschnitte (S1 - S5) des gegossenen Bandes (B) mit unterschiedlichen Abkühlgeschwindigkeiten abgekühlt werden.
- 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die unterschiedlich gekühlten Abschnitte (S1 - S5) streifenförmig in Längsrichtung (L) des gegossenen Bandes (B) erstrecken. 15
- 10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die unterschiedlich gekühlten Abschnitte streifenförmig in Querrichtung des gegossenen Bandes (B) erstrecken. 20
- 11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das gegossene Band (B) mit einer mindestens 30 K/s betragenden Abkühlgeschwindigkeit abgekühlt wird. 25
- 12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abkühlung des gegossenen Bandes (B) in mindestens zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Stufen mit unterschiedlichen Abkühlgeschwindigkeiten erfolgt. 30
- 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abkühlgeschwindigkeit im von der Gießhitze ausgehenden und bis 800 °C reichenden Temperaturbereich mindestens 30 K/s beträgt. 35
- 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abkühlgeschwindigkeit im von 800 °C bis 300 °C reichenden Temperaturbereich mindestens 10 K/s jedoch höchstens 500 K/s beträgt.
- 15. Verwendung eines nach dem in einem der Ansprüche 1 bis 14 beanspruchten Verfahren erzeugten Bandes zur Herstellung von Automobil-Karosserie-Bauelementen (8-10). 40
- 16. Verwendung eines nach dem in einem der Ansprüche 1 bis 14 beanspruchten Verfahren erzeugten Bandes zur Herstellung von für den Gerüstbau bestimmten Bauelementen (8-10). 45
- 17. Verwendung eines nach dem in einem der Ansprüche 1 bis 14 beanspruchten Verfahren erzeugten Bandes als Vormaterial für das flexible Walzen. 50

18. Verwendung eines nach dem in einem der Ansprüche 1 bis 14 beanspruchten Verfahren erzeugten Bandes zur Herstellung von verschleißfesten Bauelementen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

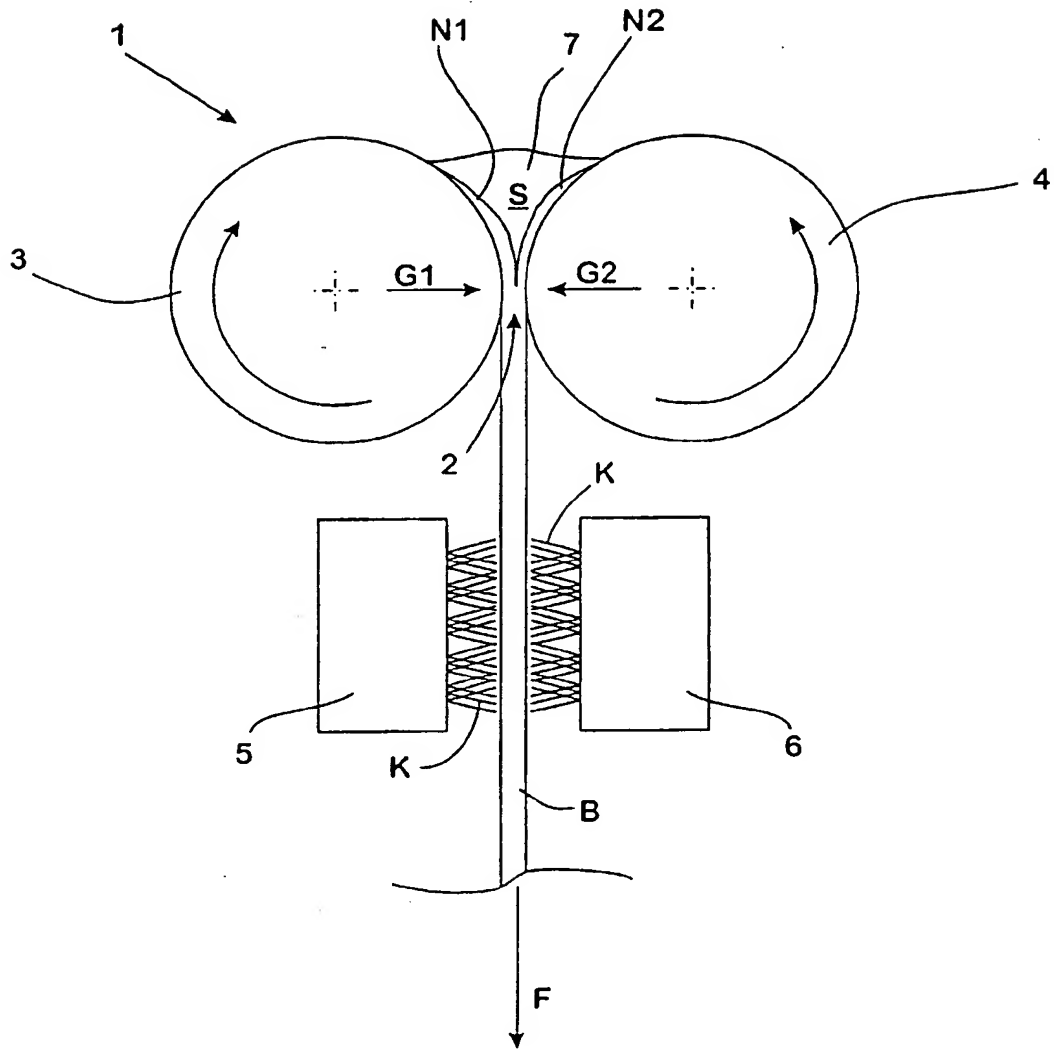


Fig. 1

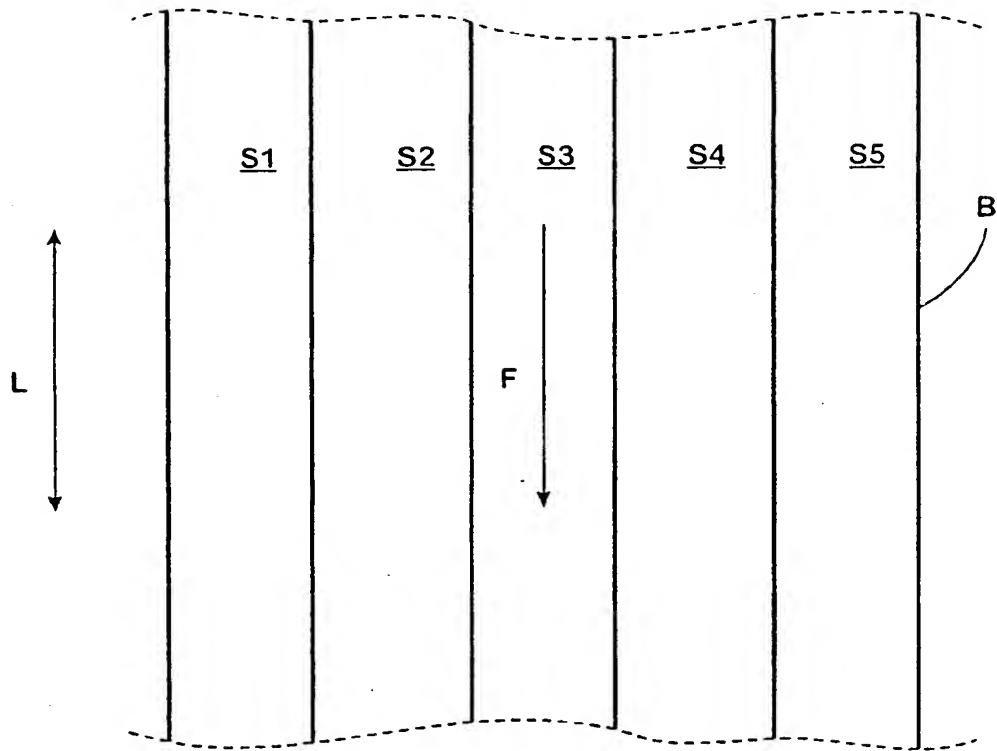


Fig. 2

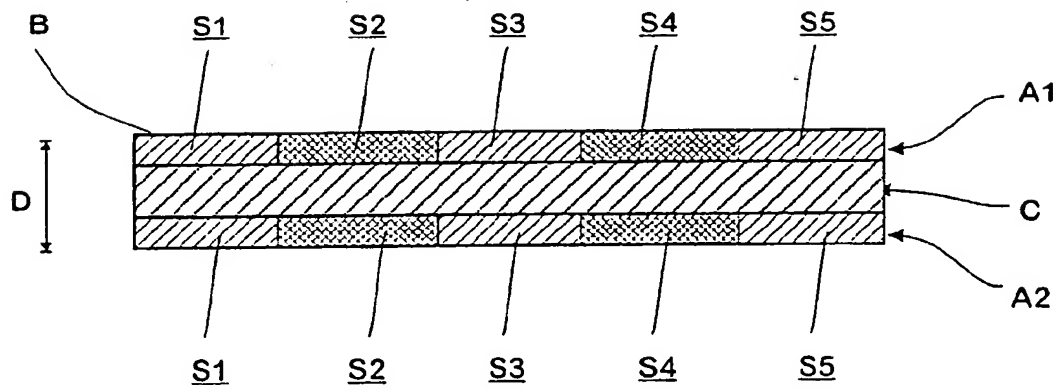


Fig. 3

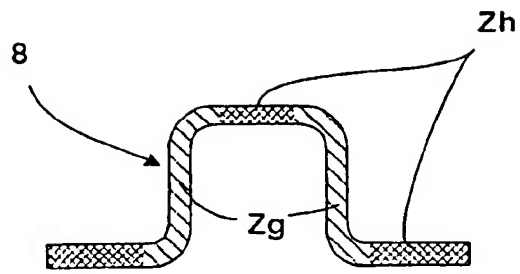


Fig. 4

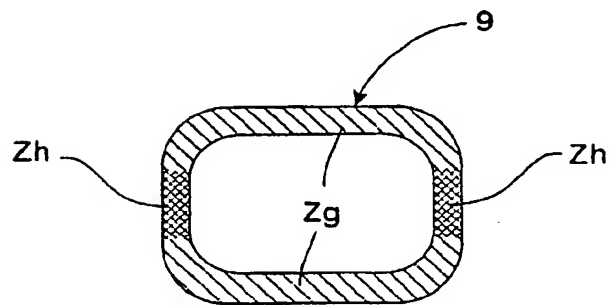


Fig. 5

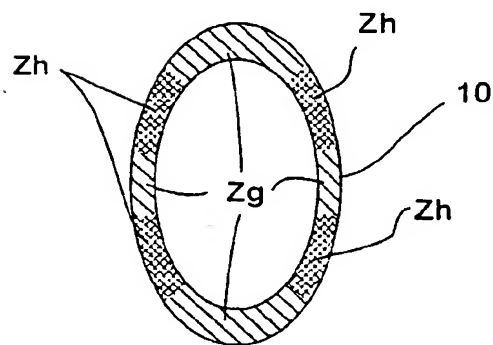
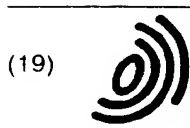


Fig. 6



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 238 727 A3

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:
22.01.2003 Patentblatt 2003/04

(51) Int Cl.7: B22D 11/06, B22D 11/00,
B22D 11/124

(43) Veröffentlichungstag A2:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(21) Anmeldenummer: 02002748.8

(22) Anmeldetag: 07.02.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- Blümel, Klaus, Dipl.-Ing.
46537 Dinslaken (DE)
- Schmitz, Johann Wilhelm, Dr.
52499 Baesweiler (DE)
- Hagemann, Frank, Dipl.-Ing.
52070 Aachen (DE)

(30) Priorität: 15.02.2001 DE 10107027

(71) Anmelder: Thyssen Krupp Stahl AG
40211 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: Cohausz & Florack
Patentanwälte
Kanzlerstrasse 8a
40472 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• Flehmig, Thomas, Dr.-Ing.
40885 Ratingen (DE)

(54) Verfahren zum Herstellen von metallischen Bändern mit Abschnitten unterschiedlicher Materialeigenschaften

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Bändern (B) mit Abschnitten (S1 - S5) unterschiedlicher Materialeigenschaften umfassend folgende Schritte: Erschmelzen eines niedriglegierten oder mikrolegierten Stahls, Vergießen des Stahls im zwischen bewegten Wänden einer Gießmaschine (1) ausgebildeten Gießspalt (2) zu einem gegossenen Band (B), wobei die im Gießspalt (2) auf das Band (B) ausgeübte, über die Breite des Bandes (B) gemessene Kraft (G1, G2) mehr als 100 kN/m beträgt, und Abkühlen des gegossenen Bandes (B). Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, eine kostengünstige Herstellung von Metallband zu schaffen, das eine hinsichtlich seiner späteren Verwendung optimierte Verteilung seiner Materialeigenschaften aufweist.

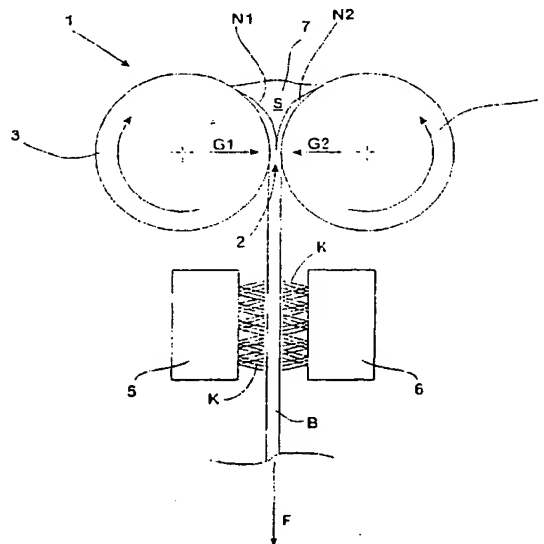


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 00 2748

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 7)
X, D	RUDOLPHI, ULRICH: "Beitrag zur Beurteilung der Qualität von direkt gegossenen Stahlbändern hergestellt nach dem Zweirollen-Bandgiessverfahren", SHAKER VERLAG, AACHEN XP002219728 * Seite 26; Abbildung 5.1 * * Abbildung 3.1 * * Abbildung 3.6 * * Abbildung 5.2 * * Abbildung 5.9 * * Abbildung 5.15 * * Abbildung 5.22 * * Abbildung 5.37 *	1.2, 5, 6, 8, 9, 11-14	B22D11/06 B22D11/00 B22D11/124
A	EP 0 650 790 A (DANIELI OFF MECC) 3. Mai 1995 (1995-05-03)		
A	DE 198 40 898 A (THYSSEN KRUPP STAHL AG) 16. März 2000 (2000-03-16)		
A	EP 0 594 865 A (NIPPON STEEL CORP) 4. Mai 1994 (1994-05-04)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl. 7)
A	EP 0 903 192 A (KVAERNER METALS CONT CASTING) 24. März 1999 (1999-03-24)		B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Hauptberichter		Abschließendes Datum der Recherche	
MÜNCHEN		6. November 2002	
Kategorie der genannten Dokumente		Profil	
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet D: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund C: nichtschriftliche Offenbarung F: Zwischenliteratur		I: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch oral am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument F: aus anderen Gründen angeführtes Dokument A: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 00 2748

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am 06-11-2002.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-11-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0650790 A	03-05-1995	IT 1262225 B	19-06-1996
		IT 00940085 A1	23-11-1995
		AT 222152 T	15-08-2002
		BR 9404514 A	04-07-1995
		CN 1107765 A ,B	06-09-1995
		DE 69431178 D1	19-09-2002
		EP 0650790 A1	03-05-1995
		US 5634512 A	03-06-1997
DE 19840898 A	16-03-2000	DE 19840898 A1	16-03-2000
		AT 216930 T	15-05-2002
		AU 5625199 A	27-03-2000
		BR 9913520 A	05-06-2001
		CN 1316929 T	10-10-2001
		DE 59901359 D1	06-06-2002
		WO 0013820 A1	16-03-2000
		EP 1109638 A1	27-06-2001
EP 0594865 A	04-05-1994	JP 2002524261 T	06-08-2002
		DE 69326521 D1	28-10-1999
		DE 69326521 T2	09-03-2000
		EP 0594865 A1	04-05-1994
		JP 3090148 B2	18-09-2000
		KR 9612866 B1	25-09-1996
		US 5467811 A	21-11-1995
		ES 2138619 T3	16-01-2000
EP 0903192 A	24-03-1999	WO 9320966 A1	28-10-1993
		EP 0903192 A1	24-03-1999

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr 12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.